

**Measuring device for separately measuring the axial clamping force and the fastening torque and the components of the latter arising from the thread friction and head friction of a bolted joint without superposition of tensile and torsional stress**

**Patent number:** DE3408310  
**Publication date:** 1984-10-04  
**Inventor:** SEIDEL EBERHARD DIPL ING [DE]  
**Applicant:** SEIDEL EBERHARD DIPL ING  
**Classification:**  
- **international:** G01L5/24; G01N3/08; G01N3/22  
- **european:** G01L5/24  
**Application number:** DE19843408310 19840307  
**Priority number(s):** DE19843408310 19840307

**Abstract of DE3408310**

Measuring device for separately measuring the axial clamping force and the fastening torque and the components of the latter arising from the thread friction and head friction of a bolted joint without superposition of tensile and torsional stress by the opposing arrangement of a pressure-measuring element as support for the bolt head and a collar bush as support for the test nut in the base of a sleeve. In this arrangement, the sleeve is mounted rotatably with respect to a base plate. The test nut is arranged concentrically in the hub of a toothed gear which is held rotatably with the aid of a needle bearing in a turned recess of the base of the sleeve, and axially displaceably. The drive is performed by a geared motor via a second toothed gear. Measurement of forces and moments is undertaken in a known way by means of strain gauges and commercially available pressure cells. The friction coefficients in the thread and on the head support can be determined from simple mathematical relationships in helical geometry.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3408310 A1**

⑤ Int. Cl. 3:  
**G01 L 5/24**  
G 01 N 3/08  
G 01 N 3/22

⑳ Aktenzeichen: P 34 08 310.3  
㉑ Anmeldetag: 7. 3. 84  
㉒ Offenlegungstag: 4. 10. 84

DE 3408310 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉓ Anmelder:  
Seidel, Eberhard, Dipl.-Ing., 6301 Wettenberg, DE

㉔ Erfinder:  
gleich Anmelder

Behördeneigentlich

- ⑤4 Meßvorrichtung zum getrennten Messen der axialen Spannkraft und des Anziehdrehmomentes sowie dessen Anteile aus Gewinde- und Kopfreibung einer Schraubenverbindung ohne Überlagerung von Zug- und Torsionsspannung

Meßvorrichtung zum getrennten Messen der axialen Spannkraft und des Anziehdrehmomentes sowie dessen Anteile aus Gewinde- und Kopfreibung einer Schraubenverbindung ohne Überlagerung von Zug- und Torsionsspannung durch gegenüberliegende Anordnung eines Druckmeßkörpers als Auflage für den Schraubenkopf und einer Bundbuchse als Auflage der Prüfmutter in dem Boden einer Hülse. Dabei ist die Hülse drehbar gegenüber einer Grundplatte gelagert. Die Prüfmutter ist konzentrisch in der Nabe eines Zahnrades angeordnet, welches in einer Ausdrehung des Hülsenbodens mit Hilfe eines Nadellagers drehbar und axial verschiebbar gehalten wird. Der Antrieb erfolgt von einem Getriebemotor über ein zweites Zahnrad. Die Messung von Kräften und Momenten wird in bekannter Weise durch Dehnungsmeßstreifen und handelsübliche Druckmeßdosen vorgenommen. Durch einfache mathematische Zusammenhänge aus der Schraubengeometrie lassen sich die Reibungszahlen im Gewinde und an der Kopfaufgabe ermitteln.

DE 3408310 A1

Patentansprüche

1. Meßvorrichtung zum getrennten Messen der axialen Spannkraft und des Anziehdrehmomentes sowie dessen Anteile aus Gewinde- und Kopfreibung einer Schraubenverbindung ohne Überlagerung von Zug- und Torsionsspannung dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfmutter (10) die Schraube (11) in einen zugbelasteten und einen torsionsbelasteten Bereich unterteilt, wobei der zugbelastete Teil der Schraube (11) sich über ein Axialrillenkugellager (22) auf einem mit Dehnungsmeßstreifen versehenen Meßkörper (4) abstützt und der torsionsbelastete Teil der Schraube (11) über eine Klemmutter (13) und einen Hebel (14) die Druckmeßdose (15) beaufschlagt, während sich die Prüfmutter (10) auf eine Kopfbuchse (5) auflegt, die ihrerseits eine formschlüssige Verbindung mit der Hülse (2) aufweist, welche drehbar gegenüber einer Grundplatte (1) gelagert ist und sich mit Hilfe eines Hebels (16) auf einer Druckmeßdose (25) abstützt, wobei die Hülse (2) über ein Nadellager (7) das Zahnrad (8) trägt, welches mittels der Gewindebuchse (9) die Prüfmutter (10) antreibt.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der für den Antrieb der Prüfmutter (10) erforderliche Getriebemotor (17) sowie das Zahnrad (18) pendelnd aufgehängt sind und sich über einen Hebel (21) auf einer Druckmeßdose (26) abstützen.
3. Meßvorrichtung nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmutter (13), die Gewindebuchse (9), die Kopfbuchse (5) und die Führungsbuchsen (23 u. 24) austauschbar und somit dem Gewindenennndurchmesser anpaßbar sind.

# Beschreibung

Bei einer Schraubenverbindung setzt sich das Anziehdrehmoment bekanntlich aus folgenden Einzelmomenten zusammen:

$$M_A = M_S + M_G + M_K$$

Dabei bedeuten:

$M_S$  = Anteil aus der Gewindesteigung

$M_G$  = Anteil aus der Gewindereibung

$M_K$  = Anteil aus der Reibung an der Kopf- bzw. Mutternaufgabe

Aus der Schraubengeometrie lassen sich diese Anteile berechnen zu:

$$M_S = F_V \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan \beta$$

$$M_G = F_V \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \mu_G \cdot \frac{1}{\cos \alpha/2}$$

$$M_K = F_V \cdot \frac{D_{Km}}{2} \cdot \mu_A$$

Hierbei bedeutet:

$F_V$  = Vorspannkraft

$d_2$  = Flankendurchmesser der Schraube

$\alpha$  = Neigungswinkel der Gewindeflanken

$\beta$  = Steigungswinkel des Gewindes

$D_{Km}$  = wirksamer Durchmesser für das Kopfreibmoment

$\mu_G$  = Reibungszahl im Gewinde

$\mu_A$  = Reibungszahl an der Kopf- bzw. Mutternaufgabe

Während des Anziehvorganges wird der durch die Vorspannkraft  $F_V$  beanspruchte Teil der Schraube zusätzlich durch das Gewindereibmoment  $M_G$  belastet. Dies bedeutet für den Schraubenschaft eine Überlagerung von Zugspannung  $\sigma$  und Torsionsspannung  $\tau$ , die nach der Hypothese der maximalen Gestaltsänderungsenergie zu einer Vergleichsspannung  $\sigma_v$  zusammengefaßt werden:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

Durch diese Spannungsüberlagerung besteht für torsionsschwache Schrauben und Gewindebolzen die Gefahr der Zerstörung noch bevor das für den Gewindenennndurchmesser geltende Anziehdrehmoment erreicht ist.

Geringe Torsionsfestigkeit kann bei einer Schraube durch Verringerung des Schaftdurchmessers, bei einem Gewindebolzen z.B. durch die Verwendung eines anisotropen Materials wie glasfaserverstärktes Kunstharz bedingt sein.

Es werden deshalb für torsionsgefährdete Schrauben und Gewindebolzen Anziehverfahren vorgeschlagen, bei denen die Überlagerung von Zug- und Torsionsspannung verhindert wird. (siehe Veröffentlichung von H.Ch. Klein "Das Anziehen hochwertiger Schraubenverbindungen" Techn. Rundschau Nr.47 1960 S. 9-21)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Meßvorrichtung zum getrennten Messen der Vorspannkraft, des Gewindereibmomentes, des Kopfreibmomentes und des Anziehdrehmomentes an einer Schraube ohne Überlagerung von Zug- und Torsionsbelastung durch gegenüberliegende Anordnung eines Meßkörpers und einer Kopfbuchse in dem Boden einer Hülse, die ihrerseits gegenüber einer Grundplatte beweglich gelagert ist und sich über einen Hebel auf einer Druckmeßdose abstützt. Die Verdrehung der Schraube wird durch eine am freien Ende der Schraube angebrachte Klemmutter verhindert, indem sich ein mit der Klemmutter fest verbundener Hebel auf eine Druckmeßdose auflegt.

Es sind Meßvorrichtungen für Schrauben sowohl durch Veröffentlichungen als auch durch Patentanmeldungen bekannt:

G.Junker, H.Schneiker "Prüfeinrichtung zur Untersuchung von Schraubenverbindungen" Verbindgst. 4.Jg.Heft 7 1970 S.21-26

K.Müller "Schrauben aus thermoplastischen Kunststoffen" Teil 2 Kunststoffe Bd.56 Heft 6 1966 S.422-429

Patentschriften DE-PS 23 52 749 und DE-PS 1 277 585

Alle in diesen Schriften erläuterten Schraubenprüfvorrichtungen haben gemeinsam, daß innerhalb des zugbelasteten Schraubenschaftes eine Überlagerung der Torsionsspannung stattfindet.

Die dabei zwangsläufig auftretende Spannungserhöhung führt insbesondere bei Schrauben und Gewindebolzen mit geringer Torsionsfestigkeit zu einer vorzeitigen Überbeanspruchung, die sich für den erforderlichen Aufbau einer Vorspannkraft um so ungünstiger auswirkt, je größer die Gewindereibung ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßvorrichtung zu konzipieren mit deren Hilfe Drehmomente und Vorspannkraft an Schraubenverbindungen ermittelt werden können, wobei eine Überlagerung der Torsionsspannung im zugbelasteten Bereich der Schraube vermieden wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß durch die Anordnung der Prüfmutter die Schraube in zwei Bereiche unterteilt wird. In dem einen Bereich herrscht nur Längsbelastung, die über einen mit Dehnungsmeßstreifen versehenen Meßkörper als Vorspannkraft direkt ermittelt werden kann. Eine Torsionsbelastung wird in diesem Bereich dadurch verhindert, daß die Einleitung der Vorspannkraft in den Meßkörper über ein Axialrillenkugellager erfolgt.

In dem anderen Bereich ist nur Torsionsbelastung vorhanden. Die Größe des Torsionsmomentes läßt sich durch eine Klemmutter und einen fest damit verbundenen Hebel, der eine Druckmeßdose belastet, ermitteln. Eine zusätzliche Biegebelastung des freien Gewindeendes wird durch die Führung in einem Nadellager verhindert.

Damit bietet die erfindungsgemäße Meßvorrichtung gegenüber allen bisher bekannten Schraubenprüfvorrichtungen den Vorteil des sogenannten "torsionsfreien" Anziehens von Schraubenverbindungen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, die die Meßvorrichtung in der Draufsicht, teilweise im Schnitt, zeigt.

Die dargestellte Meßvorrichtung besteht aus einer Grundplatte 1 und einer Hülse 2. Die Hülse 2 ist durch Pendelkugellager 3 drehbar gegenüber der Grundplatte 1 gelagert. In den Boden der Hülse 2 wird von einer Seite der Meßkörper 4 und von der anderen Seite die Kopfbuchse 5 eingesetzt. Die Kopfbuchse 5 ist durch Stifte 6 formschlüssig mit der Hülse 2 verbunden. Weiterhin trägt die Hülse 2 ein Nadellager 7, in welchem das Zahnrad 8 drehbar und axial verschiebbar gelagert ist. Das Zahnrad 8 nimmt über ein Linksgewinde die Gewindebuchse 9 auf, die einen konzentrischen Durchbruch in der Außenform der Prüfmutter 10 aufweist.

Die zu prüfende Schraube ist so weit durch die Prüfmutter 10 hindurchgeschraubt, daß das freie Gewindeende bis in das Nadellager 12, welches fest mit der Grundplatte 1 verbunden ist, hineinreicht. Außerdem ist an dem freien Gewindeende die Klemmutter 13 befestigt, die sich über den Hebel 14 auf der handelsüblichen Druckmeßdose 15 abstützt.

Der Antrieb des Zahnrades 8 erfolgt durch den Getriebemotor 17 und das Zahnrad 18, die beide über Paßfedern fest mit der Welle 19 verbunden sind und durch die Lager 20 pendelnd aufgehängt werden. Die Abstützung des Getriebemotors 17 wird über den Hebel 21 und die Druckmeßdose 26 vorgenommen.

Bei Einschaltung des Antriebsmotors wird über das Zahnrad 18 das Zahnrad 8 und damit die Gewindebuchse 9 und die Prüfmutter 10 in Umdrehungen versetzt. Hierdurch wird, infolge der Gewindesteigung, die Schraube 11 zwischen Prüfmutter 10 und Schraubenkopf zunehmend durch die Vorspannkraft  $F_v$  belastet, deren Größe mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen (DMS), die an dem Meßkörper 4 in bekannter Weise angebracht sind, ermittelt wird. Die Prüfmutter 10 stützt sich dabei auf der Kopfbuchse 5 ab und das entstehende Kopfreibmoment  $M_k$  wird über die Hülse 2 und den Hebel 16 auf die Druckmeßdose 25 übertragen.

Das im Gewinde der Prüfmutter 10 auftretende Gewindereibmoment  $M_G$  wird nach links in die Klemmutter 13 geleitet und belastet

07.03.64

3408310

- 6 -

Über den Hebel 14 die Druckmeßdose 15. Somit ist die Schraube 11 im Bereich zwischen der Prüfmutter 10 und dem Schraubenkopf durch die Vorspannkraft  $F_V$  und im Bereich zwischen Prüfmutter 10 und Klemmutter 13 durch das Gewindereibmoment  $M_G$  belastet.

Um Rückwirkungen der Gewindereibung auf den zugbeanspruchten Teil der Schraube 11 zu vermeiden, ist zwischen dem Schraubenkopf und dem Meßkörper 4 das Axialrillenkugellager 22 vorgesehen. Zur Vermeidung von Biegebelastung durch die Abstützung des Gewindereibmomentes ist das freie Gewindeende der Schraube 11 in dem Nadellager 12 gehalten.

Bei der Untersuchung von Schrauben mit unterschiedlichen Nenn-durchmessern werden außer der Klemmutter 13 auch die Gewindebuchse 9, die Kopfbuchse 5 und die Führungsbuchsen 23 und 24 ausgetauscht.

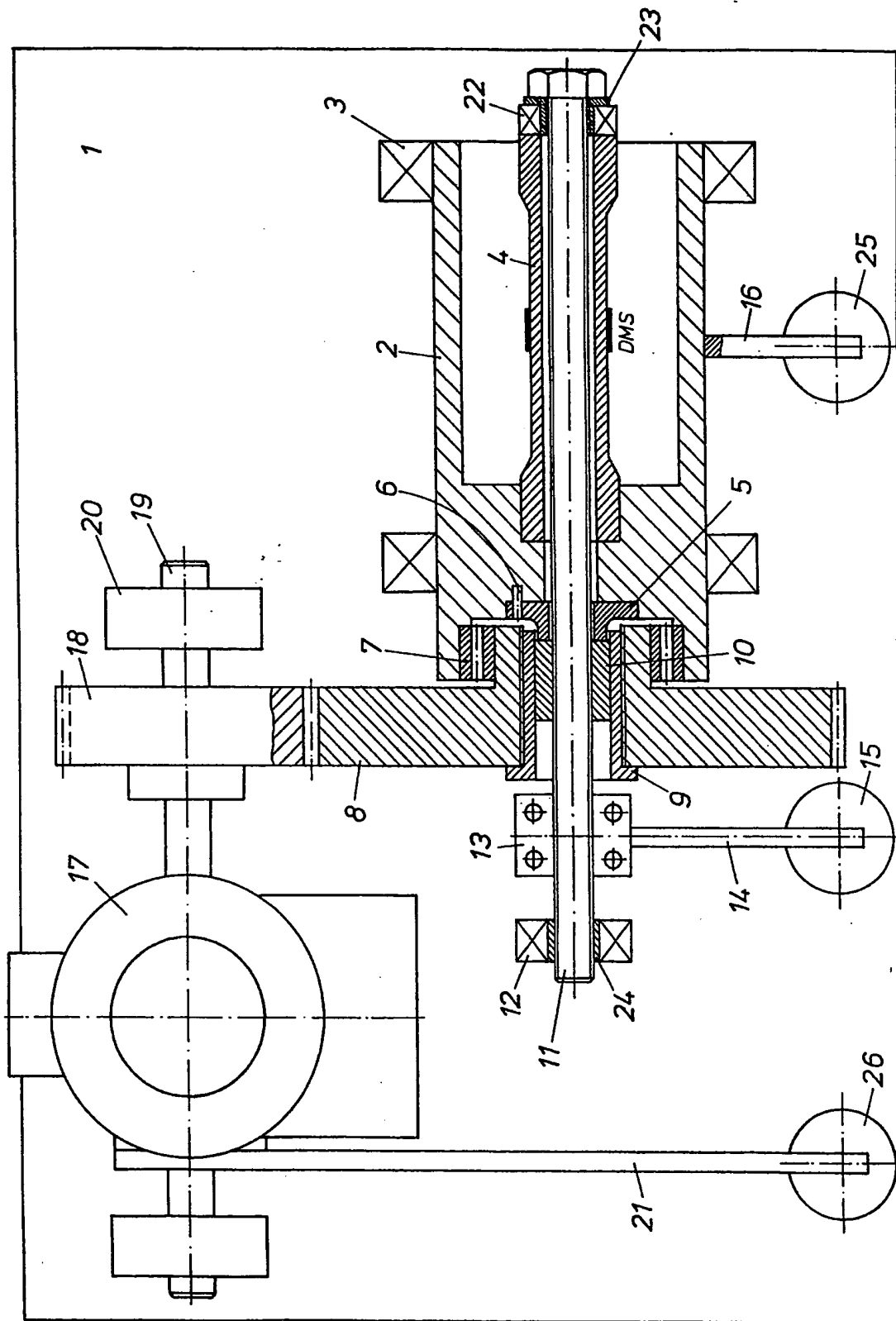
Mit der Meßvorrichtung lassen sich mit Hilfe elektronischer Hilfsmittel die Vorspannkraft  $F_V$ , das Gewindereibmoment  $M_G$ , das Kopfreibmoment  $M_K$  und zur Kontrolle das Anziehdrehmoment  $M_A$  messen. Damit ist auch eine eindeutige Aussage über die Reibungszahlen  $\mu_G$  (im Gewinde) und  $\mu_A$  (an der Kopfauflage) gegeben.

In der hier dargestellten Meßvorrichtung können auch Gewindestangen untersucht werden, wobei der Schraubenkopf durch eine Mutter ersetzt wird.



7-

Nummer: 34 08 310  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: G 01 L 5/24  
 Anmeldetag: 7. März 1984  
 Offenlegungstag: 4. Oktober 1984



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**